

10-2-2019

## JUSTIFICATION OF THE GRATE PARAMETERS ON THE ELASTIC SUPPORTS OF THE DEVICE FOR CLEANING WOOL FROM VEGETABLE IMPURITIES

A. Djurayev

*Tashkent institute of textile and light industry, Tashkent, Uzbekistan*

S.M. Elmonov

*Tashkent institute of textile and light industry, Tashkent, Uzbekistan*

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/titli>

---

### Recommended Citation

Djurayev, A. and Elmonov, S.M. (2019) "JUSTIFICATION OF THE GRATE PARAMETERS ON THE ELASTIC SUPPORTS OF THE DEVICE FOR CLEANING WOOL FROM VEGETABLE IMPURITIES," *Textile Journal of Uzbekistan*: Vol. 1 : No. 1 , Article 17.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/titli/vol1/iss1/17>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Textile Journal of Uzbekistan by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [brownman91@mail.ru](mailto:brownman91@mail.ru).

УДК 677.21.03

## ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОЛОСНИКА НА УПРУГИХ ОПОРАХ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ШЕРСТИ ОТ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРИМЕСЕЙ

А.Джураев, С.М.Элмонов

**Annotatsiya.** Maqolada junni o‘simlik aralashmalaridan tozalash uskunasing qayishqoq tayanchlariga o‘rnatilgan uch qirrali kolosnik tebranishining nazariy tadqiqot natijalari keltirilgan. Nazariy izlanishlarda junni tozalaydigan qarshilik garmonik va tasodifiy qonuniyatida o‘zgaradi deb qabul qilingan

**Аннотация.** В статье приведены результаты теоретических исследований колебаний трехгранных колосников устройство для очистки шерсти от растительных примесей. В теоретических исследование сопротивление шерсти при его очистки принять в виде гармонической и случайной закономерностях.

**Annotation.** The article presents the results of theoretical studies of vibrations of trihedral grate devices for cleaning wool from vegetable impurities. In the theoretical study, the resistance of wool when it is cleaned is taken as a harmonic and random pattern

**Ключевое слова.** Шерсть, волокно, растительные примеси, очиститель, колковый барабан, пыльный цилиндр, колосники, упругая опора, колебание, жесткость, амплитуда, частота, закономерность, эффект.

В известной конструкции очистительного агрегата, секции очистки волокнистого материала от мелкого и крупного сора чередуются последовательно [1]. Следует отметить что очистка шерстяных волокон от растительных примесей остаётся мало изученным, а существующая техника и технология не отвечает современным требованиям отрасли [2]. Нами совершенствованы конструкция рабочих органов очистителя волокнистого материала (шерсти) [3,4,5].

**Расчетная схема и математическая модель колебаний колосника.** Для обеспечения необходимой очистки шерсти от растительных веществ важным является изучение колебаний трёхгранных колосников на упругих опорах. На рис. 1. в представлена расчетная схема трехгранного колосника на упругих опорах для расчета его колебаний. При этом колосник представляется как одномассовая колебательная система возмущающийся от воздействия очищаемой шерсти. При этом в зависимости от подачи шерсти на колосники может действовать различные формы возмущающих сил:

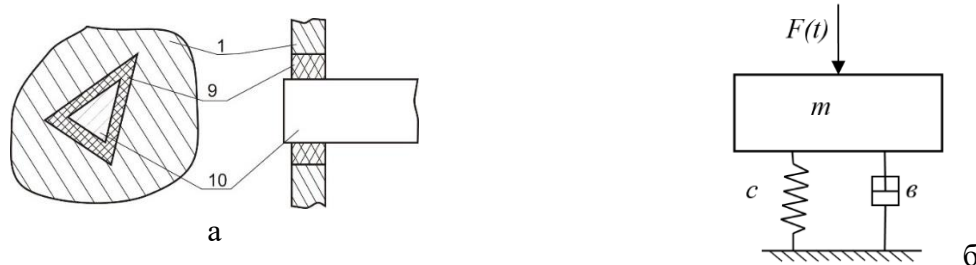


Рис. 1. а - схема расположения трехгранного колосника на упругой опоре; б - расчетная схема для расчета колебаний колосника

Дифференциальное уравнение описывающее колебание трёхгранного колосника на упругих опорах при произвольной возмущающей силы от очищаемой шерсти имеет вид:

$$\ddot{x} + 2n + P_0^2 y = \frac{1}{m_k} F(t) \quad (1)$$

$$\text{где, } P_0^2 = \frac{c}{m_k}, \quad 2n = \frac{b}{m_k}$$

$c, b$  - коэффициенты жесткости и диссипации упругой опоры колосника,  $m_k$  - масса колосника очистителя шерсти.

интервала времени  $0 \leq t \leq T$  используя известную методику [4] можно получить следующее решение:

$$x(t) = x_0 \cos P_0 t + \frac{\dot{x}_0}{P_0} \sin P_0 t + \frac{1}{m P_0} \sin P_0 t \quad (2)$$

- при равномерной подачи шерсти, нагрузка будет постоянной,  $F(t) = P$  (см. рис. 2а);

- при комбинированной двух последовательно приложенных нагрузок, при этом подача шерсти может иметь ступенчатый характер,  $F_1(t) = P_0$  и  $F_2(t) = 2P_2$  (рис.2б);

- при поступлении шерсти сосредоточенными комками, то-есть при возмущающей силы в виде единичных импульсов,  $F_2(t) = 2P_2$  при условиях  $x_0 = x(0)$ ;  $\dot{x}_0 = \dot{x}(0)$ ; (рис.2в).

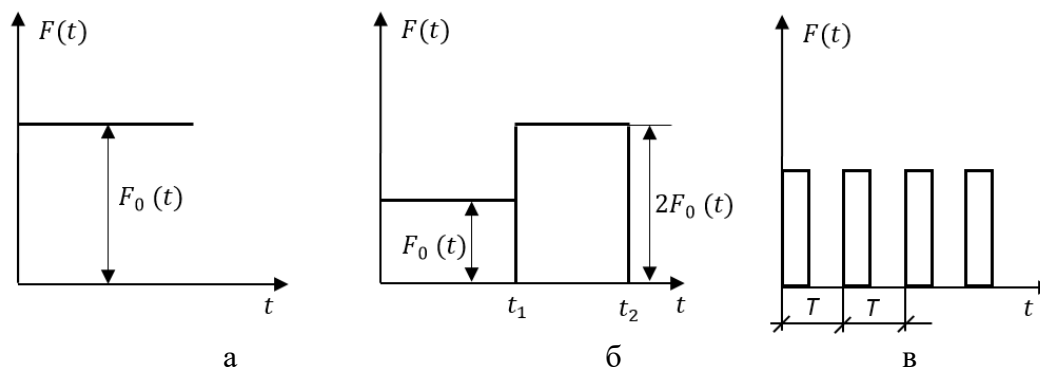
Эти возмущающиеся силы представлены на рис.2в виде графиков.

Общее решение (1) можно получить, используя преобразование Лапласа и методику приведенной в работе [6].

Общее решение (2) при  $x_0 = x(0)$ ,  $\dot{x}_0 = \dot{x}(0)$ , имеет вид:

$$x = x_0 \cos P_0 t + \frac{\dot{x}_0}{P_0} \sin P_0 t + \frac{1}{m_k P_0} \int_0^t F(\tau) \sin P_0(t - \tau) d\tau \quad (2)$$

В решении (2) последний интеграл называют свернутой функцией  $F(t)$  и  $\sin P_0 t$  [6,7]. При этом  $F(t)$  - дельта функция первого порядка  $\delta(t)$ , и  $x_0 = 0$ ;  $\dot{x}_0 = 0$ .



**Рис. 2. Формы возмущающей силы от очищаемой шерсти на трехгранный колосник на упругих опорах**

Следует отметить, что сила воздействия порции шерсти на плоскую поверхность трёхгранного колосника происходит под углом  $\gamma$  (см.рис.1г.). При этом сила приводит к моменту относительно центра внутренней окружности треугольника, который определяется из следующего выражения:

$$M_c = \frac{2SrF_T}{a+b+c} \quad (3)$$

где,  $F_T$ -площадь сечения трёхгранного колосника,  $r$ - радиус окружности вписанный в треугольник,  $a, b, c$  – длины сторон трёхгранного колосника. При этом угол отклонения колосника за счет деформации резиновой опоры относительно его центра будет:

$$\varphi = \frac{2SrF_T}{(a+b+c) \cdot c} \quad (4)$$

где,  $c$ - жесткость упругой резиновой втулки в круговом направлении.

Поэтому можно отметить, что трёхгранный колосник в процессе очистки шерсти от растительных примесей будет колебаться не только по оси  $x$ , но и в круговой направлении.

**Решение задачи при равномерной подачи шерсти в зону очистки.** При равномерной подачи шерсти в зону очистки технологическая нагрузка будет иметь вид (см. рис. 2.а):

$$F(t) = F_0(t) = P \quad (5)$$

При начальных условия, скорость и перемещения трехгранных колосников очистителя шерсти будут равны нулю:

$$t = 0, x_0 = 0; \dot{x}_0 = 0$$

Тогда легко можно получить:

$$x = \frac{P}{mP_0^2} - \frac{P}{mP_0^2} \cos P_0 t \quad (6)$$

Беря производную от (6) по времени имеем:

$$\dot{x} = \frac{dx}{dt} = \frac{P}{mP_0} \sin P_0 t \quad (7)$$

В начальный период при работе очистителя шерсти без технологической нагрузки колосник будет перемещается в них по «х» в соответствии от силы веса трехгранного колосника и жесткости упругой резиновой опоры, при этом на  $x_{ст}$ . Согласно (7) следует, что при внезапном приложении технологической нагрузки от очищаемой шерсти перемещения трехгранного колосника будет в два раза больше относительно действия силы веса:

$$x_m = \frac{2P}{m\left(\frac{c}{\sqrt{m}}\right)^2} = -\frac{P}{c} = 2X_{ст} \quad (8)$$

**Решение задачи при ступенчатом изменении технологической нагрузки от очищаемой шерсти.** В процессе работы очистителя шерсти от растительных примесей в рабочую зону могут поступать шерсть с различной массой. При этом за счет воздействия шерсти трехгранный колосник может перемещаться с различной величиной по радиусу пыльного цилиндра, будет изменяться зазор между колосником и цилиндром, что может привести к снижению очистительного эффекта. Поэтому важным является определение значений перемещений трехгранных колосников на упругих опорах.

Согласно (7) решение колебаний трехгранного колосника при воздействии постоянной технологической нагрузки от очищаемой шерсти с учетом графика на рис. 2б можно получить [6,7]:

для  $0 \leq t \leq t_1$  имеем:

$$x = \frac{F_0(t)}{mP_0^2} (1 - \cos P_0 t) \quad (9)$$

для  $t_1 \leq t \leq t_2^\infty$  имеем:

$$x = \frac{F_0(t)}{mP_0^2} [\cos(t - t_1) P_0 - \cos P_0 t] \quad (10)$$

а также для случая  $t_1 \leq t \leq t_2$  можно знать:

$$x = \frac{F_0(t)}{mP_0^2} [2 \cos(t_2 - t_1) P_0 - \cos(t - t_1) P_0 - \cos P_0 t] \quad (11)$$

**Колебания колосника при подачи шерсти сосредоточенными массами.** В зону очистки шерсти может быть подача шерсти отдельными комками с определенной массой с необходимой периодичностью (см. рис. 2.в).

Следует отметить, что учет демпфирующих свойств упругой резиновой опоры обеспечить необходимое снижение амплитуды колебаний трёхгранного колосника очистителя шерсти. Важным является определение максимальных колебаний трехгранных колосников. Поэтому колебания колосника рассматриваем без учета коэффициента диссипации упругой резиновой опоры. Тогда при подачи шерсти сосредоточенными порциями, которые действуют на вибрирующиеся трёхгранные колосники на упругих опорах, последние будет колебаться описываемый следующим дифференциальным уравнением:

$$m\ddot{x} + cx = F(t) \quad (12)$$

где,  $F(t)$  – функция технологической возмущающей силы от очищаемой шерсти, имеющая периодически повторяющихся импульсов  $m$  – масса колосника,  $c$  – коэффициент жесткости упругой опоры.

(12) имеет периодическое решение при следующих начальных условиях

$$x_0 = x(0); \quad \dot{x}_0 = \dot{x}(0)$$

Для

Условие периодичности решения дифференциального уравнения (13) является  $x_0 = x(T)$ ,  $\dot{x}_0 = \dot{x}(T)$ . При этом представляется возможность получения два уравнения для определения необходимых начальных условий:

$$-x_0(\cos P_0 T) + \frac{\dot{x}_0}{P_0} \sin P_0 T = \frac{\sin P_0 T}{m P_0}; \quad x_0 \sin P_0 T - \frac{\dot{x}_0}{P_0} (\cos P_0 T - 1) = \frac{\cos P_0 T}{m P_0} \quad (14)$$

При этом определитель системы (14) имеет вид:  $(1 - \cos P_0 T) \frac{2}{P_0}$

$$x_{max} = \frac{A}{P_0}; \quad \dot{x}_{max} = A \quad (18)$$

Следует отметить что при непрерывной подачи шерсти в зону очистки появляется постоянная составляющая нагрузки на трёхгранные колосники. Тогда с учетом (17) имеем:

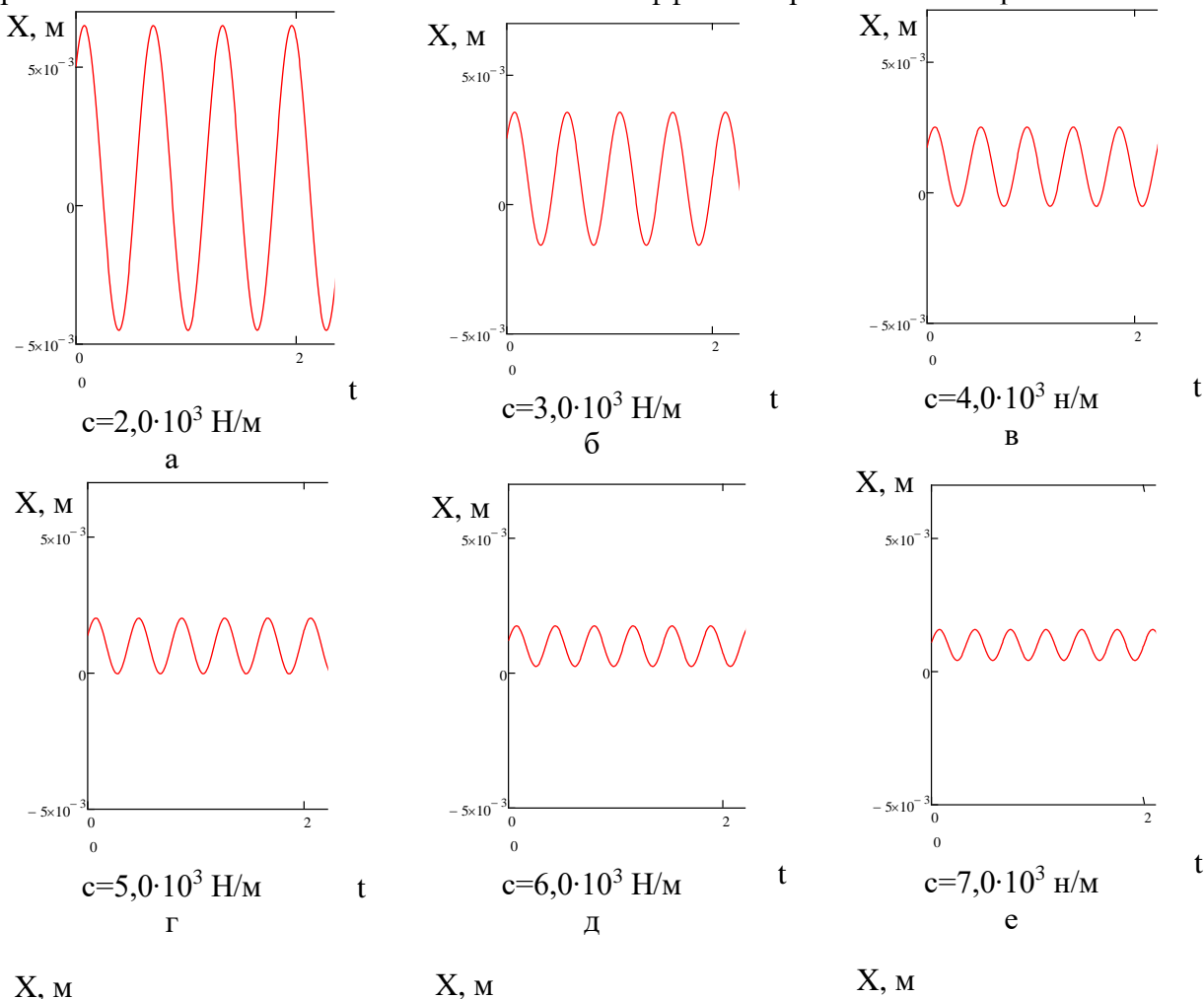
$$x_1(t) = x(t) + x_{10}; \quad x_{10} = \frac{A_1}{P_0} \quad (19)$$

Тогда происходит смещение оси колебаний колосника на расстояние  $x_{10}$  за счет возмущающей силы:

$$F = F_0 + F_1 \sin \omega t \quad (20)$$

На основе решения задачи (17) с учетом (20) получены закономерности колебательного движения колосников на резиновых опорах очистителей шерсти от растительных примесей. На рис. 3 представлены полученные зависимости изменения  $x_1(t)$  от вариации коэффициента жесткости резиновых опор устройства. Увеличение коэффициента жесткости резиновых опор колосников от  $2,0 \cdot 10^3$  Н/м до  $1,0 \cdot 10^4$  Н/м при изменении  $F_0 = (1,5-3,0)$  Н приводит к уменьшению амплитуды колебаний от  $2,15 \cdot 10^{-3}$  м до  $0,21 \cdot 10^{-3}$  м (см. рис.3. а, рис.3 к).

При этом частота колебаний возрастает от 1,8 Гц до 4,7 Гц. Следует отметить, что при больших амплитудах колебаний колосников нарушается технологический зазор между пильчатым цилиндром и колосниками. Это может привести к значительным поврежденным шерстяных волокон и снижению очистительного эффекта от растительных примесей.



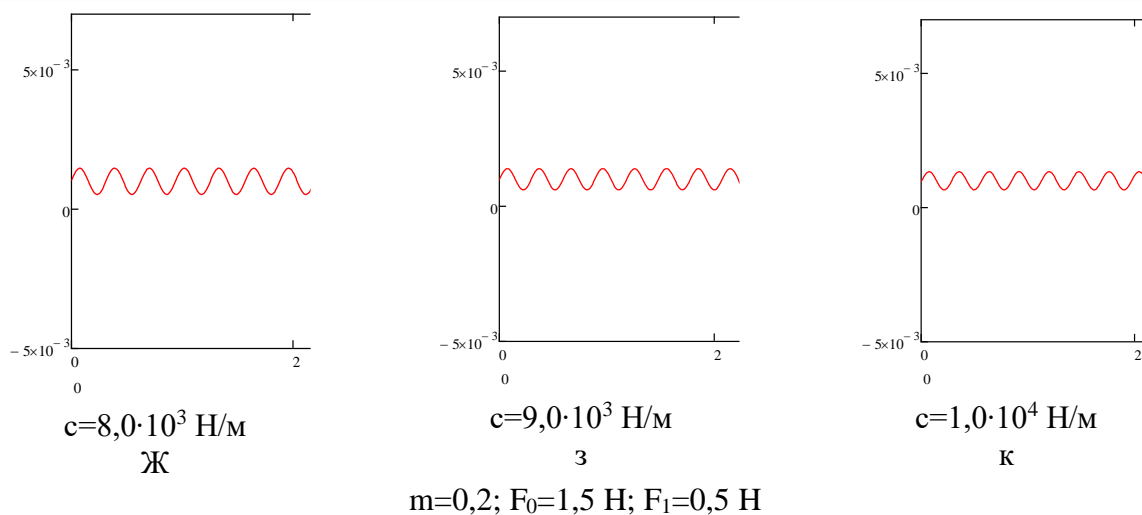
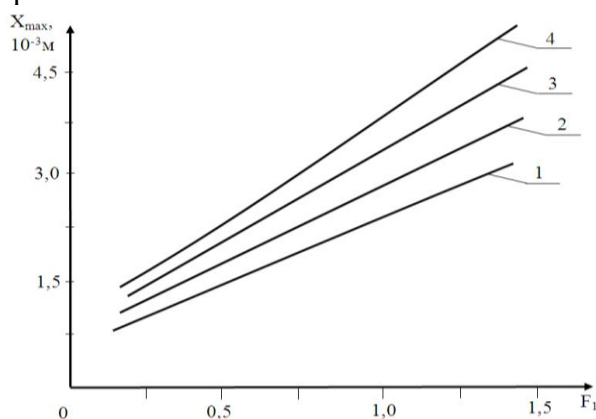


Рис. 3. Закономерности колебаний трехгранного колосника очистителя шерсти от растительных примесей

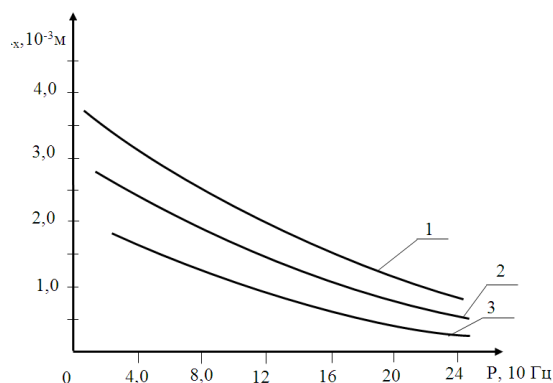
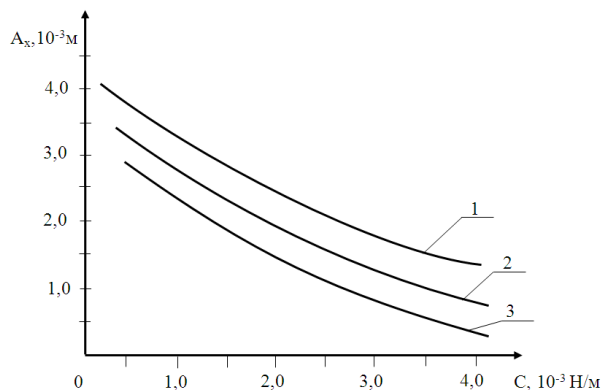
Увеличение частоты колебаний колосников очистителя шерсти позволяет эффективное выделение растительных примесей из шерстяных волокон. Учитывая вышеизложенное можно определить пределы рекомендуемых значений амплитуды и частоты колебаний колосников:  $A_x = (1,1 \dots 1,5) \cdot 10^{-3} \text{ м}$ , и частота колебаний в пределах (3,5-5,5) Гц.

Поэтому для увеличения частоты колебаний колосников следует отметить снижение его массы до (0,25...0,3) кг. Но, при этом амплитуда колебаний не должна превышать указанные значения. На основе обработки полученных законов перемещения колосников были построены графические зависимости изменения максимального отклонения колосника от изменения постоянной составляющей технологической нагрузки от очищаемой шерсти, которые представлены на рис. 4. Полученные закономерности имеют линейной характер и во многом зависит от коэффициента жесткости резиновых опор трехгранных колосников очистителя шерсти от растительных примесей. Так, при увеличении  $F_1$  от 0,25Н до 1,5 Н при  $c=2,2 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$  приводит к увеличению максимального отклонения колосника от  $0,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$  до  $3,15 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ , а при коэффициенте жесткости резиновой опоры трехгранного колосника  $c=7,1 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$  приводит к возрастанию  $x_{max}$  от  $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}$  до  $4,85 \cdot 10^{-3} \text{ м}$  (см. рис. 4, графики 1 и 4). Исследования показали, что увеличение коэффициента жесткости резиновой опоры колосника приводит к снижению амплитуда колебаний по нелинейной закономерности (см. рис.5). Соответственно это приводит к возрастанию частоты колебаний колосника. Таким образом возрастание частоты колебаний колосника приводит к снижению амплитуды колебаний колосника, также по нелинейной закономерности (см. рис. 6). Для обеспечения амплитуды колебаний трехгранных колосников в пределах  $(1,1 \dots 1,5) \cdot 10^3 \text{ м}$  рекомендуемыми значениями коэффициента жесткости резиновых опор согласно анализа графиков на рис. 5 являются  $(2,5 \dots 4,5) \cdot 10^3 \text{ Н/м}$  при  $m=(0,25 \dots 0,3) \text{ кг}$ . Следует отметить, что в реальных условиях работы очистителя шерстяных волокон от растительных примесей возмущающая сила на колосники имеет случайный характер.



где, 1-при  $c=2,2 \cdot 10^3$  Н/м, 2-при  $c=3,8 \cdot 10^3$  Н/м, 3-при  $c=5,5 \cdot 10^3$  Н/м,  
4-при  $c=7,1 \cdot 10^3$  Н/м

Рис. 4. Графические изменения максимального отклонения трехгранного колосника на упругих опорах от изменения постоянной составляющей технологической нагрузки от очищаемой шерсти



где, 1-при  $m=0,25$  кг, 2 - при  $m=0,2$  кг, 3-при  $m=0,165$  кг.

Рис. 5. Графические зависимости изменения амплитуды колебаний трехгранный колосника на упругих опорах очистителя шерсти от изменены коэффициента жесткости упругой опора

где, 1-при  $m=0,2$  кг, 2 - при  $m=0,225$  кг, 3-при  $m=0,25$  кг.

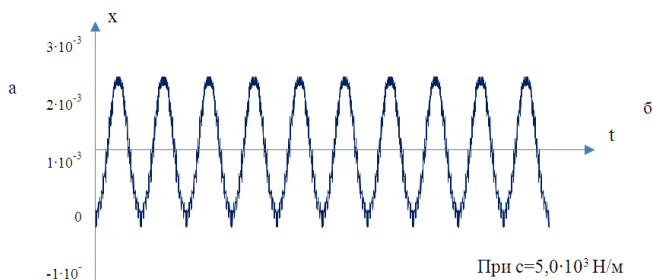
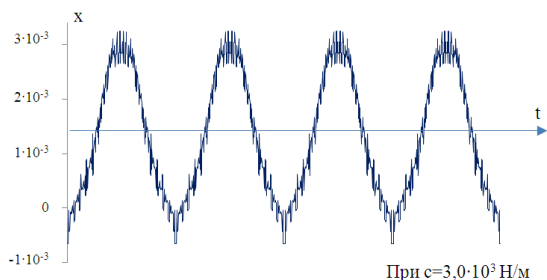
Рис. 6. Закономерности изменения амплитуды колебаний колосники на упругих опорах от вариации частоты колебаний

На основе результатов экспериментов устройства [8]. можно записать следующее:

$$F(t) = F_M \pm \delta(F) \quad (21)$$

где,  $F_M$  - математическое ожидание изменения технологической нагрузки;  $\delta(F)$  - случайное составляющее технологической нагрузки на колосник.

На основе численного решения задачи с учетом (21) были получены закономерности колебаний колосника очистителя шерсти при воздействии на него случайной нагрузки, которые представлены на рис. 7. Анализ полученных закономерностей показывает, что увеличение жесткости упругих опор приводит к снижению амплитуды колебаний и соответственно увеличению частоты колебаний (см. рис.7). При этом случайное составляющее фактически не влияет на частоту основных колебаний колосники, но амплитуда колебаний изменяется в определенных значениях. На рис. 8. представлены графические зависимости изменения размаха колебаний колосника очистителя шерсти от увеличения возмущающей технологической нагрузки от очищаемой шерсти.



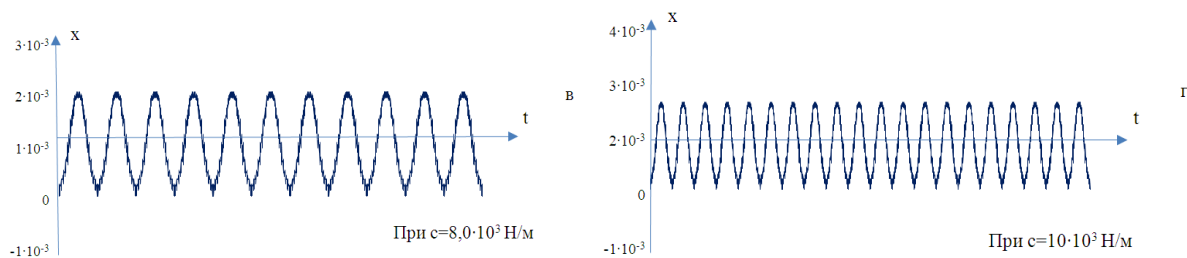
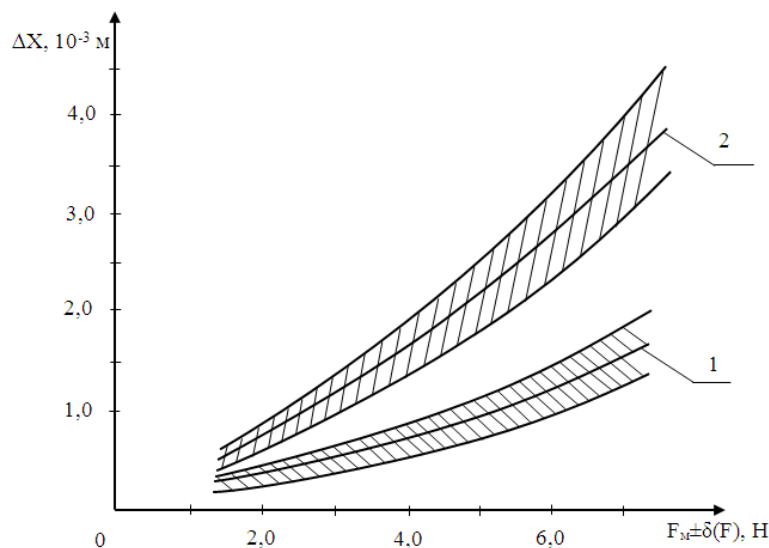


Рис. 7. Закономерности колебаний трехгранной колосники очистителя шерсти от растительных примесей при учете случайной составляющей технологической нагрузки от очищаемой шерсти



1-при  $c=1,0 \cdot 10^4$  Н/м; 2-при  $c=3,0 \cdot 10^4$  Н/м

Рис. 8. Графические зависимости изменения размаха колебаний трехгранных колосников от изменения случайной нагрузки от очищаемой шерсти

Из графиков видно, что увеличение случайной составляющей приводит к изменению размаха колебаний  $\Delta x$ , особенно при высокой производительности машины. Так, при значении нагрузки  $F_M = 0,85$  Н, разброс значений от среднего значения составляет  $\pm(0,15 \dots 0,18) \cdot 10^{-3}$  м, а при увеличении до  $F_M = 7,2$  Н, размах  $\Delta x$  от его среднего значения доходит до  $\pm(0,25 \dots 0,31) \cdot 10^{-3}$  м, при коэффициенте жесткости  $1,0 \cdot 10^4$  Н/м, а при коэффициенте жесткости упругой резиновой опоры колосника  $c = 3,0 \cdot 10^3$  Н/м размах колебаний от среднего значения  $\Delta x$  доходит до  $\pm(0,57 \dots 0,75) \cdot 10^{-3}$  м. Значительное отклонение  $\Delta x$  от среднего значения можно привести к нарушению технологических зазоров и снижению эффекта очистки шерстяных волокон от растительных примесей. Поэтому требуется выравнивание подачи шерсти в зону очистки от растительных примесей, при этом целесообразным считается  $F(t) \leq [(5,5 \dots 6,0) \pm (0,55 \dots 0,6)]$  Н.

**Выводы.** Разработка эффективная схема очистителя шерстяных волокон от растительных примесей. Изучен характер колебаний шерсти при различных формах взаимодействия шерсти с колосником обоснованы параметры системы.

#### Литература:

1. Горбунова Л.С., Рогачев Н.В., Васильев Л.Г., Колдоев В.М. Первичная обработка шерсти / М.: Легк. и пищ. пром., 1981.
2. Липенков Я.Я. Общая технология шерсти. / Москва: Легпромбытздат, 1986.
3. А.Джураев, С.М.Элмонов и др. Очиститель волокнистого материала Патент Рес. Узб.по заявке № FAP 01077 Бюлл № 7, 2016 г.



4. С.М.Элмонов и др. Машина для очистки шерсти от растительных примесей Патент Рес. Узб.по заявке № FAP 01015 Бюлл № 7, 2015 г.
5. Светлицкий В.А., Стасенко И.В., Сборник задач по теории колебаний. Высшая школа, М., 1973, 456с.
6. A.Djuraev, S.Elmonov. New construction cleaner fiber material // European science review № 5–6 2017 May–June p.81-83. Vienna 2017
7. Diwan, S.S., Morrison J.F. Spectral structure and linear mechanisms in a rapidly distorted boundary layer // Symposium on Experiments and Simulations in Fluid Dynamics Research, Queens Univ., Kingston, Canada, Aug 19-20, 2016.